

## Medical treatment apparatus and method for supporting or controlling medical treatment

**Publication number: EP1080695**

**Publication date:** 2001-03-07

**Inventor:** TAJIMA FUJIO (JP); FUJIE MASAKATSU (JP);  
TAKEUCHI HIROSHI (JP); YAMAMOTO ETSUJI (JP);  
SANO KOICHI (JP); KAN KAZUTOSHI (JP)

**Applicant:** HITACHI LTD (JP)

**Classification:**

- **international:** **A61B5/00; A61B5/055; A61B8/00; A61B19/00; A61B17/00; A61B17/02; A61B17/30; A61B5/00; A61B5/055; A61B8/00; A61B19/00; A61B17/00; A61B17/02; A61B17/30; (IPC1-7): A61B19/00; A61B17/00**

- european: A61B19/00M

**Application number:** EP20000118208 20000831

**Priority number(s):** JP19990244796 19990831

**Also published as:**

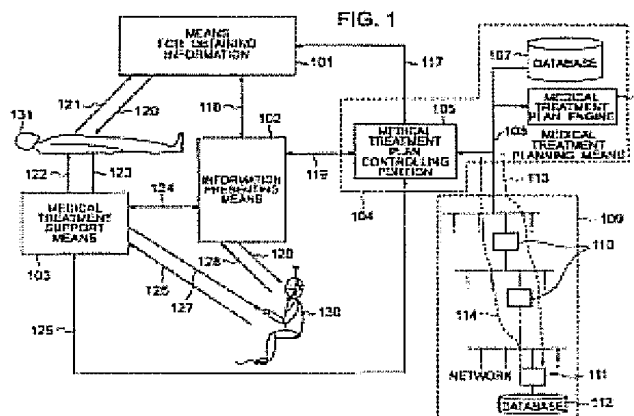
US6557558 (B1)  
JP2001061860 (L L)

**Cited documents:**

US5630431  
US5769092  
WO9833451  
US5230338  
EP0391376  
more >>

## Abstract of EP1080695

The invention relates to a medical treatment apparatus capable of performing exact medical treatment and a method for supporting or controlling medical treatment. The medical treatment apparatus includes detection means (101) for detecting the condition of a human or animal body to be treated, medical treatment means (103) for treating the body, and display means (102) for displaying computation results from computing means (104) for computing a medical treatment plan on the basis of detection results from the detection means (101).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-61860  
(P2001-61860A)

(43)公開日 平成13年3月13日(2001.3.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テマコト\* (参考)

A 6 1 B 19/00

502

A 6 1 B 19/00

502 4C096

5/00

5/00

A 4C301

5/055

8/00

8/00

5/05

390

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平11-244796

(22) 出庫日

平成11年8月31日(1999.8.31)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 發明者 田島 不二夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72) 発明者 藤江 正克

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

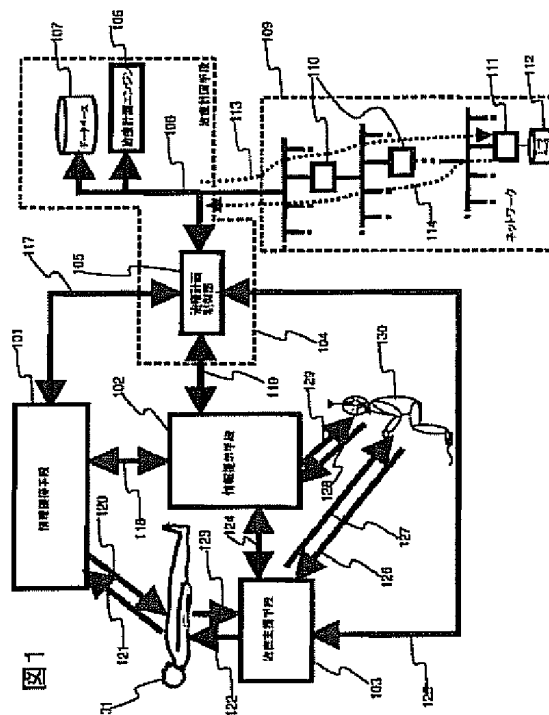
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 治療装置

(57) 【要約】

【課題】的確な治療を行うことが可能な治療装置を提供する。

【**解決手段**】治療の対象となる生体の状況を検出する検出手段と、前記生体に治療を施す施術手段と、前記検出手段からの検出結果に基づいて前記治療の計画を演算する演算手段による演算結果を表示する表示手段とを備えた。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】治療の対象となる生体の状況を検出する検出手段と、前記生体に治療を施す施術手段と、前記検出手段からの検出結果に基づいて前記治療の計画を演算する演算手段による演算結果を表示する表示手段とを備えた治療装置。

【請求項 2】前記演算結果に基づいて前記施術手段の動作を調節する制御手段を備えた請求項 1 記載の治療装置。

【請求項 3】前記演算結果に基づいて前記施術手段の施術手段の姿勢を調節する制御手段を備えた請求項 1 記載の治療装置。

【請求項 4】前記演算結果に基づいて計画の変化を表示する手段を備えた請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の治療装置。

【請求項 5】前記演算結果に基づいて前記施術手段の動作可能な範囲を表示する前記表示手段を備えた請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の治療装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、患部への治療行為を支援する治療装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来の治療、特に外科的治療は事前に得られた情報、特に画像計測装置によって得られた画像情報を利用して診断が行われたのち、その診断結果に基づいた治療計画を策定し、それに従って行われていた。

【0003】一方、近年では術者は術中の計測機器としては超音波スキャナや X 線透視装置などを利用するようになっている。このような計測機器からの情報を用いて、患者の治療及び治療の支援を行う技術の一例は、特開平 8-280710 号公報に記載のものがあつた。この従来の技術においては、上記のような計測機器から予め得られた情報を、治療を行う施術者に表示するものが開示されている。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】上記の超音波スキャナは局所的な計測しかできず、全体的な構造を把握するのは困難であつた。また、MRI や CT などのように任意の方向からの断層撮像はできず、術者が見たい方向の画像が得られない場合もあつた。一方 X 線透視装置は放射線被曝の問題が無視できないため、繰り返しての撮像に用いられることはなかつた。

【0005】したがって、上記従来の技術においては、患者や患部の外部構造及び内部構造の実時間提示は行われるが、治療の計画の修正や更新は行われていない。

【0006】このため、これらの画像情報を用いて治療計画を逐次生成または修正更新することは行われず、術者が術中実時間で判断を行い手術を遂行していた。

【0007】しかしながら実際に治療特に外科的治療

(以下、手術)の最中では治療を進めるにつれて患者や患部の状態が変形などの予想外の変化をすることが往々にしてあるため、必ずしも事前の計画通りに手術を行うことが最善ではない場合や、あるいは計画通りの手術を行うことができない場合があつた。従来技術においては、このように、術中における患者および患部の変化に関する対応は最善のものとはいひ難く、従来の手術成績の向上を妨げてしまう点については、考慮されていなかった。

【0008】さらにここ数年の動きとしては患部近傍の断層撮像を行うことのできる画像計測装置を援用して定位的脳手術における進入方向を計算する方法も試されているが、臨床例としては極めて僅かであり実用となつていとは言えない状況である。よしんば MRI や X 線 CT を用いてこれを行つたとしても、計算の結果に基づいた指示が作業の細かさ(分解能)や操作対象点に到達するまでの経路の複雑さなどの理由により人間の手技の限界を超えており、実行できない場合も往々にしてあり得ることである。

【0009】経路の複雑さに関しては患部の切り開く部分である創部を広く取れば改善する。しかし、創部を大きくすることは、患者への術中、術後の負担を大きくすることになるため、創部をむやみに大きくすることは望ましくない。治療では、患者へのダメージを極力抑えるために創部をなるべく小さくし、その小さな傷口から術具と多くの場合内視鏡を挿入し臓器の動きに注意しながら狭い空間で手術を行うことが望ましいのである。

【0010】一方で、このために、術者は、患部とその周辺を含めた全体的な構造を知ることが困難な内視鏡からの映像を用いなければならず、また、動きが制限された空間で術具を取り回しながら実時間で変形し続ける対象に対して微細で器用な操作をすることが要求され、施術中の治療計画を的確に更新、修正することは益々困難となっている点については、上記従来の技術においては考慮されていなかった。

【0011】また、対象部位によっては開創を行つてから実際に治療のための執刀を行う直前と直後において対象臓器の動態および機能を計測することができれば不十分な手当のまま傷口を閉じることが避けられ、手術成績が格段に向上すると考えられる。例えば心疾患の治療においてはバイパスや弁置換等の前後においてバイパスした血管の開存状況や弁置換による心機能の回復状況を知ることができれば再手術の確率が下げられるなど利点が多い。

【0012】従来、このような、心疾患の手術においては、患部、患者の内部の状態の情報は超音波スキャナで行われていた。この手段では、血流や拍動の様子などの動態に関する情報は得られるが、全体的な構造を捉えられないため、得られる情報は治療する上では不十分となる場合がある。

【0013】本発明の目的は、使用者である治療を行う  
 施術者に修正した治療計画を施術中に提示して、よりの  
 確な治療を行うことが可能な治療装置を提供することに  
 ある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するた  
 めに、本発明は、治療の対象となる生体の状況を検出する  
 検出手段と、前記生体に治療を施す施術手段と、  
 前記検出手段からの検出結果に基づいて前記治療の計画  
 を演算する演算手段による演算結果を表示する表示手段  
 とを備えたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本発明の実  
 施の例を説明する。

【0016】図1に、本発明の一実施例の全体の構成を  
 示す。図中において、101は患部、または患者の状態  
 の情報を得るため手段である計測手段であり、102  
 は前記得られた情報を提示する手段である表示手段、1  
 03は直接患者、患部に接近して治療を施す施術手  
 段、104は上記得られた情報や予め得られた患者、患  
 部の情報に基づいて、治療の計画を算出する治療計画  
 手段である。この治療計画手段中、106は治療計画を演  
 算して算出する治療計画演算手段であり、この演算手段  
 106により算出された計画は、105の治療計画制御  
 部に伝達され、この治療計画制御部105は、この治療  
 計画に基づいて上記施術手段103に施術手段の制御指  
 令を送ったり、表示手段102に治療計画の情報や計測  
 手段101からの情報を加工／処理を施した情報を伝達  
 したりする。

【0017】107は治療計画手段中のデータベースで  
 あり、上記の計測手段101からの情報や予め獲得され  
 ていた患者、患部の情報が蓄積されている。108は治  
 療計画手段中の命令および情報の伝送経路である。この  
 治療計画手段104は、治療装置本体の外部にあるネッ  
 トワークとも接続されており、109は上記外部のネッ  
 トワーク群を、110はネットワーク間の中継機、11  
 1は遠隔された位置にある治療計画用計算機、112は  
 111に接続されたデータベースを示している。また、  
 113は治療計画手段104からネットワーク群109  
 へ送られる指令や情報獲得の要求指令を示し、114は  
 遠隔された位置にある計算機からの返答を表す。

【0018】上記において算体とはそれ自身に処理され  
 るものとそれらの処理手順記述の両方を含むもの、ある  
 いはどちらか一方を含むもののいずれでもよい。すなわ  
 ちいわゆる一般的な意味合いでのデータとプログラム

(コード)のうちのいずれか、あるいはその両方から構  
 成されるオブジェクトを示す。

【0019】また117は治療計画制御部105と計測  
 手段の間の命令や情報の伝送経路、118は計測手段と  
 表示手段との間のデータの伝送経路、119は表示手段

と治療計画制御部との間の命令やデータの伝送経路であ  
 る。120は、計測手段が患者および患部の状態を示す  
 情報を獲得するために施される計測行為であり、実際には、  
 計測手段101から発されて、伝導または放射される電磁波・光・超音波・放射線といったエネルギー等を指  
 す。121は、上記計測行為120によって患部、ある  
 いは患者から発せられるか反応や反動を示し、実際には  
 熱・光・音・電気・電磁波などの形の信号となる。12  
 2は、施術手段103による患者や患部への施術行為を  
 示しており、123は、上記施術行為122により生起  
 され、患部、患者からの反動もしくは反応、124  
 は、表示手段102と施術手段103との間の命令およ  
 び情報の伝送経路を示している。

【0020】125は施術手段103と治療計画制御部  
 104との間の命令および算体の伝送経路であり、12  
 6は装置の使用者である執刀医が施術手段を操作するた  
 めの操作入力行為を示す。127は患者、患部の反応1  
 23を執刀医に理解しやすい形に加工、処理されて操作  
 入力部(後述)を介して与えられる反力や熱などの各種  
 エネルギーの形で表現された情報である。128は表示手  
 段を操作するために各種モードのインターフェイス(後  
 述)を用いて与える命令である。129は、使用者の執  
 刀医がこれを参照しながら治療を進めるところの、計測  
 手段101によって得られた患者および患部に関する情  
 報および治療計画手段104からの治療計画の情報で  
 あり、これには治療室以外にいる医師らの意見などを統合  
 的に提示した、画像・音声・熱などの形で表された情報  
 も含まれる。130は使用者である治療を行う執刀医、  
 131は施術対象である患者を表す。

【0021】使用者である執刀医130は表示手段10  
 2から提示される情報129および施術手段103から  
 提示される情報127を参照しながら操作入力行為12  
 6を行うことで、施術手段103を介して患部に対して  
 必要な治療を行う。

【0022】計測手段101は複数の計測方法を有して  
 おり、治療中に伝送経路117を通して治療計画制御部  
 105が与えるタイミングに従って患部および患者の状  
 態を計測する。計測され得られた情報は伝送経路117  
 を通して治療計画制御部105へ送られると同時に、同  
 じ情報が伝送経路118を通して表示手段102へ送ら  
 れる。また、使用者130は、表示手段102への入力  
 手段を介して、伝送経路118を経由して、命令128  
 の一種である患部、患者の情報を獲得する指令を発した  
 時にも計測を行い、得られた情報は上記と同様に105  
 治療計画制御部および表示手段102へ送られる。

【0023】計測手段101は患者および患部の状態を  
 示す情報を獲得するために電磁波・光・超音波・放射線  
 等のエネルギーを伝導または放射する。その結果与えら  
 れたエネルギー120によって患部に二次的に励起されたか  
 もしくは減衰しながら透過・反射または散逸したか、あ

るいは患者もしくは患部より能動的に発せられるかした熱・光・音・電気・電磁波などの信号121が検出される。計測手段101はこれらの信号に対して適当な処理を加えることにより目的の情報を得る。詳細は後述する。

【0024】表示手段102は主に画像・音声からなる情報129を使用者に提示する。使用者は入力手段であるインターフェイス128を介して、表示手段の提示する情報の内容・種類・見え方などを操作し制御する。表示手段102においては、計測手段101によって獲得された患者および患部に関する情報が提示される。またそれと同時に治療計画手段104によって逐次修正更新され伝送経路119を通して送られる治療計画情報が提示される。

【0025】この治療計画情報は、治療のプロセス、すなわち、治療の手順やその動作の情報を含んでいる。施術手段103の挙動を規定するもの、例えば施術手段の更新されたアプローチの姿勢・移動量や更新された接触禁止領域などを含む。さらには、施術手段103のマニピュレータやレーザ使用のメスといった複数の施術器具や計測手段102の複数の計測器具を使用する順序も含む。また、本実施例では、施術手段103からのマニピュレータの座標情報・動作の量の値といった情報も可視化・可聴化されて計測手段102により表示されるので、治療計画情報には上記施術手段103に計測手段101より得られた情報を表示する順序も含まれる。詳細は後述する。

【0026】施術手段103は使用者が治療行為を行うために入力する操作を受け付け、解釈し、それに従って患部に対する治療行為を行う。同時にその行為によって起こる反作用123を検出し、これを操作入力部（後述）を介して、使用者が理解しやすいような大きさの量や種類に変換、処理が施されて反力や熱・振動などの各種エネルギーの形で表現された情報127を使用者に与える、また施術手段103は内部の各種機構の状態や術具等の座標系、あるいは反作用123を画像や音声の形に翻訳した情報を、伝送経路124を通して表示手段102に伝える。さらに施術手段103は伝送経路125を通して治療計画制御部105から内部機構の挙動を規定するための情報を得る。この情報とは前記のように例えば新たなアプローチの姿勢・移動量や更新された接触禁止領域などをさす。詳細は後述する。

【0027】治療計画手段104はいくつかの要素からなる。すなわち治療計画制御部105、治療計画エンジン106、データベース107、105～107および後述のネットワーク群の間における算体の伝送経路108である。

【0028】治療計画制御部105は治療計画手段104の動作を調節するものであり、他の手段との情報のやりとりを行う。まず伝送経路117を通して、予め定め

られたタイミングで計測手段101に情報獲得要求を発生し、要求に応じて計測手段101が獲得した患者や患部の状態の情報として、画像等の情報を得る。これを伝送経路108を通じてデータベース107に格納する。

【0029】データベース107には、現在までに、前記計測手段101及び施術手段103や治療の事前に行われた患者や患部の情報、例えば、患部の位置や形状、これらを示す画像や、患者、患部の脈拍、血圧、体温といったいわゆるバイタルサイン等、を格納しており、治療計画演算手段106はここにある情報を用いて治療計画の修正更新を行うための計算をする。計算の際に、患者の過去の情報を参照する必要がある場合は、治療計画演算手段106は伝送経路108を通してネットワーク群にその情報を送ってくれるように要求113を出す。要求に応じて必要な情報114が得られた場合はこれを現在データベース107が持っている情報に加えてこれを処理し計算を行う。計算結果は伝送経路108を通じて治療計画制御部105に送られ、これを受けた治療計画制御部105は伝送経路119および伝送経路125を通じて表示手段102および施術手段103に修正更新された治療計画の情報を送る。

【0030】ネットワーク群109は情報送信要求113を受けた場合、次のように動作する。

【0031】送信要求を受けたネットワークは要求された情報を持つホストを捜し、それが見つければ該当ホストが情報を返す。見つからなければこのネットワークと他のネットワークを接続している中継機がより上位のネットワークへ上記の要求を中継する。そうやって次々に情報を持つホストを捜し、これにたどり着いた時には今と逆の経路で必要な情報114が送られる。なおあるところまで中継されても目的のホストが見つからなかった場合は中継は打ち切れ、中継を打ち切った中継機がその旨を通知して返し、これも今と逆の経路で送られる。

【0032】図2は本発明の一実施例を示す概略図である。図中において、201は開放型MRI、202は使用者のための表示手段であるフラットパネルディスプレイである。このディスプレイ202は、203、204、205の3つの個別のディスプレイからなり、各々が本実施例の装置の使用者毎に設定された情報を表示できるものである。203は助手のためのフラットパネルディスプレイ、204は麻酔医のためのフラットパネルディスプレイ、205は操作入力用コンソール、206は超音波スキナプローブ保持装置、207は微細操作作用マニピュレータ保持装置、208、209は患部吊り上げ・開胸用保持装置、210は三次元位置姿勢測定装置、211はスライド式ベッド、212は緊急時に使用する補助人工心肺、213は麻酔医の使用する薬品および用具の置き場、214は使用者（執刀医）、215は助手、216は麻酔医、217は患者、218は微細操作作用マニピュレータ、219は超音波スキナプローブ

ブ、220は治療計画制御用計算機、221は治療計画演算用計算機、222は治療計画用データベースマシンを示す。

【0033】201、219はは前記の計測手段101に含まれる。202、203、204は表示手段102に含まれる。205、206、207、208、209、210、211、218は施術手段103に含まれる。補助人工心肺212は患者の循環状態が変化した際に用いるために用意しておく。置き場213には麻酔医が患者の状態を見ながら投与する薬剤やその際に使用する用具などを置く。使用者214はディスプレイ202によって提示される画像を中心とした情報やコンソール205の操作入力レバーによって発生し伝達される反力や振動・熱などの力覚・触覚情報の提示を受けながら、206～209の各保持装置の位置姿勢やベッド211の位置を調整し、また必要に応じて開放型MRI201や超音波スキャナプローブ219による画像情報や三次元位置測定装置210による基準座標における対象点（患部やマニピュレータ218の先端など）の位置姿勢座標値の獲得を指令し、操作入力レバーを介して微細操作作用マニピュレータ218を遠隔操作し治療を行う。220～222は治療計画手段を構成する計算機群であり、220は治療計画制御部105に、221は治療計画エンジン106に、222はデータベース107にそれぞれ相当する。

【0034】これらの計算機群は手術室の内外いずれかに設置され有線もしくは無線の伝送経路で相互にまた他の手段に相当する構成要素と結ばれている。なお図が見にくくなるのを避けるため図中には伝送経路の類およびネットワーク群などについては図示していない。

【0035】図3は計測手段101の内部構成を示す。図中において、301はMRI制御部、302は超音波スキャナ制御部、303は内視鏡映像信号変換部、319は血圧・脈拍・体温等バイタルサイン信号変換部、304は開放型MRI、305は微細操作作用マニピュレータ保持装置、306は超音波スキャナプローブ保持装置、307はMRI本体と制御部との間の命令や信号の伝送経路、308は超音波スキャナ本体と制御部との間の命令や信号の伝送経路、309は内視鏡映像の伝送経路、323はバイタルサイン信号の伝送経路、310はMRI画像モニタ、311は超音波スキャナ画像モニタ、312は内視鏡映像モニタ、320はバイタルサインモニタ、313はMRI制御部と治療計画制御部105との間の命令や画像情報の伝送経路、314は超音波スキャナ制御部と治療計画制御部105との間の命令や画像情報の伝送経路、315は内視鏡映像信号変換部と治療計画制御部105との間の命令や映像情報の伝送経路、321はバイタルサイン信号変換部と治療計画制御部105との間の命令や映像情報の伝送経路、316はMRI制御部と表示手段102との間の命令や画像情報

の伝送経路、317は超音波スキャナ制御部と表示手段102との間の命令や画像情報の伝送経路、318は内視鏡映像信号変換部と表示手段102との間の命令や映像情報の伝送経路、322はバイタルサイン変換部と表示手段102との間の命令や映像情報の伝送経路を示す。なお図中には血圧・脈拍・体温等の検出手段は図示していない。

【0036】MRI制御部301、超音波スキャナ制御部302、内視鏡映像信号変換部303は治療計画制御部105からの命令、もしくは表示手段102を経由して伝えられる使用者からの命令に従って撮像および動作状態の変更を行う。治療計画制御部105からの命令は周期的に送られ、一定時間ごとに画像が更新される。使用者からの命令は非同期的に送られ、その際にも画像が更新される。

【0037】ただしいずれの場合も内視鏡映像はビデオレートでつねに撮像されているものとする。血圧・脈拍・体温等バイタルサイン信号は常にモニタされている。撮像された画像および映像情報は伝送経路313～315、321を通して治療計画制御手段105へ、また伝送経路316～318、322を通して表示手段102へ送られる。この際に送られる情報はビデオ信号のようなアナログ信号の形でよいし、デジタルデータの形で送受されてもよい。

【0038】計測手段101はまた微細操作作用マニピュレータ（後出）の先端位置を検出するためにも用いられる。そのために図21に示すようにマニピュレータ先端の屈曲部手前にRFコイルまたは脂肪などの高信号に撮像される物質2101を置く。これをMRIで撮像しこの位置を画像から検出することによってマニピュレータに対するナビゲーションを行うことができる。さらにMRI画像中にマニピュレータ先端位置を検出できるため、マニピュレータの作業座標との位置合わせを容易に行うことができる。

【0039】次に表示手段102について説明する。図4は表示手段102の内部構成を示す。図中において、401は画像処理部、402は統合化された画像等情報提示部、403は画面制御インターフェイス、404は画像処理部401と治療計画制御部105との間の命令や計測手段101により得た画像情報の伝送経路、405は画像等情報提示部402と治療計画制御部105との間の命令や治療計画画像情報の伝送経路、406は処理済みの画像情報、407は画面制御インターフェイス403を介して入力された使用者の画面制御命令および計測手段への情報獲得命令の伝送経路、408は計測手段への情報獲得命令の伝送経路を示す。

【0040】画像処理部401は計測手段101より送られた画像情報・映像情報を処理する。情報がアナログ信号の場合はまずデジタル情報への変換を行う。最初からデジタル情報で送られた場合は省略できる。次に

変換された各モダリティからの画像情報に対して、平面的または立体的に描画するために、ノイズ除去・補間計算・明度や色調の調整・ボリュームレンダリング等の演算処理を行う。処理の済んだ画像情報は伝送経路406を通して提示部402へ、また伝送経路404を通して治療計画制御部105へ送られる。提示部402は各モダリティ画像情報、治療計画画像・使用者誘導画像情報、施術手段からのマニピュレータ座標情報・動作情報を統合し、画面制御インターフェイス403を介して使用者の指示する形式で提示を行う。この際、使用者誘導情報やマニピュレータ動作情報などは、画像に加えて音声を用いて提示する。例えばマニピュレータのナビゲーション情報として参照軌道が示された際に、そこから逸れる動作をした場合の警告音、あるいは治療計画において接触禁止とされた組織中の領域への接近に対する警告音、などである。画面制御インターフェイスの詳細は後述する。

【0041】図5は施術手段103の内部構成を示す。図中において、501は操作入力部、502は制御部、503は治療操作部、504は操作入力部501と制御部502の間で命令やデータを送受するための伝送経路、505は制御部502と治療操作部503の間で命令やデータを送受するための伝送経路を示す。

【0042】操作入力部501は使用者の意図に応じて一意かつ随意に引き起こされるさまざまな身体的・生理的变化を検出し、その情報を伝送経路504を通して制御部502へ送る。身体的・生理的变化としては例えば身体各部の筋肉の伸縮、眼球の動き、声、あるいは脳波や脳磁分布、脳内活性部位の分布などが挙げられる。これらを検出する方法の例としては例えば以下のようなものがある。すなわち筋肉の伸縮は操作レバーの動きやフットスイッチなどの機構的な手段、もしくは筋電検出などの電気的な手段、もしくは筋肉の運動に伴い生成される物質の濃度の検出などの化学的な手段などがあり得る。眼球の動きであればアイトラッカーのような光学的な手段、声ならばマイクロフォンなどの電気音響的な手段が考えられる。脳波は脳波計、脳磁分布はsquidを利用した脳磁計、脳内活性部位の分布はファンクショナルMRIでの検出が可能である。

【0043】操作入力部501において検出された情報を受けた制御部502は、それらの情報の種類や値を解釈し、それに対して予め対応付けておいた操作主体に宛ててその操作内容を治療操作部503に指令する。操作主体とは保持装置類206～209や微細操作用マニピュレータ218、ベッド211、各種術具・スタビライザ（後出）等をさす。この際にここで指令された内容を同時に伝送経路124を介して表示手段102へ送る。102ではこれを画像化し、治療計画画像や実際の運動学的情報（後出）などと組み合わせて提示を行う。

【0044】治療操作部503はこの指令を受けて、対

応付けられた操作主体を値に従って動かし治療操作を行う。操作主体のうち、治療操作に際して治療対象から直接反作用を受けるものはこれを検出し、この情報を制御部502に返す。制御部502はこれを解釈し、ノイズ処理やスケーリングなどの演算処理を施す。検出された反作用のうち、触覚・力覚によって伝えることが適当と考えられる情報は操作入力部501へ送られ、そこで操作レバーの動きなどの形で使用者に提示される。この種の情報としてはマニピュレータの接近時における近接覚情報や、接触したり術具で把持したりしている際の反力、先端で検出された患部の温度などが挙げられる。

【0045】一方、画像や音声の形で提示するのが適当と考えられる情報は伝送経路124を介して表示手段102に送られる。前記の情報は実際の状況に応じて画像・音声の形で提示できるようにしておく。同時にその際124へは治療操作部に含まれる各操作主体（例えば、後述する微細操作用マニピュレータなど）の運動学的情報が送られる。これらは併せて102において画像や音声の形で提示される。

【0046】以上の説明に関する例を以下に示す。

【0047】操作入力部501の一例としてコンソール205のような形式が挙げられる。例えば使用者が施術手段のうちの一つである微細操作用マニピュレータの位置姿勢を変えようと意図し、操作レバーを倒すように腕を中心とした身体各部の筋肉を動かす。操作レバーには各関節にポテンショメータやエンコーダ、あるいはタコメータ等の関節の変位を検出するためのセンサが備えられている。

【0048】操作レバーが倒されたことおよび各関節の変位は制御部502へ通知される。制御部502においては、操作レバーを倒すことは微細操作用マニピュレータの関節を曲げることと予め対応付けがなされているものとする。制御部502は微細操作用マニピュレータに対して各関節を適切に動かすように指令する。指令は関節空間レベルで行われることも、また操作レバーと微細操作用マニピュレータの機構が異なっている場合は作業座標レベルで行われることもある。その場合には意図しない不随意的手の動きを除くため、指令値に対するフィルタ処理や、操作レバーとマニピュレータの寸法および作業の細かさを考慮した指令値のスケーリング（一般的には異方性の）が行われる。これらの指令値は表示手段102に送られ運動学モデルに基づいて画像化され提示される。

【0049】制御部502からの操作主体指定と動作指令を受けて微細操作用マニピュレータが動作する。動作の際には反作用として、被接触状態の時は近接情報が、接触・把持状態の時は反力がセンサによって検出される。またいずれの状態の時も対象点の温度（もしくは赤外線放射量）が検出される。検出されたセンサ情報は制御部502へ送られる。制御部502はこれを解釈

し、ノイズ処理やスケーリングなどの演算処理を施す。検出された反作用のうち、反力と温度の情報は操作入力部501へ送られる。501においては反力を操作レバーを駆動することで、温度をレバーを暖める／冷やすことによって使用者に提示する。

【0050】上記のセンサ情報は使用者の要求があれば画像・音声による提示を同時に行うものとする。なわちこれらの情報は伝送経路124を介して表示手段102に送られ、グラフやCGなどあるいは合成音声による読み上げ、または音の音程・音色・音量・音質・和声など

によって提示される。

【0051】同時にその際124へはマニピュレータの運動学的情報が送られる。これらは併せて102において画像や音声の形で提示される。この場合、各関節の変位・およびそれらのn階微分にに基づきマニピュレータのCGが生成されたり、接触時の反力の情報が、画像では描画される図形の形状の変化やその速さ、色の種類や明度・彩度などによって、また音声であれば合成音声による読み上げ、または音の音程・音色・音量・音質・和声などによって提示される。

【0052】さらにこの時、治療計画手段104中において、治療計画制御部105が治療計画エンジン106に治療手順および各手順を実現するためのマニピュレータ等の施術手段の動作を規定する制御情報を計算するように指示をする。治療計画エンジン106は、計測手段101によって治療中に治療計画制御部が逐次指示するタイミングで獲得されデータベース107に蓄積されている現時点までの複数の種類の画像情報およびバイタルサイン情報に基づいて、対象としている患部を含めた臓器の位置や姿勢・形状の変化の検出および患者の状態変化の有無の検出を行い、これらの情報からマニピュレータの速度や方向、可動範囲、到達禁止領域など、またあるいは術具のひとつであるレーザメスの出力や照射時間などの情報を計算し導き出す。治療計画制御部はこの情報を施術手段103中の制御部502に伝え、502はこれをマニピュレータやレーザメスなどの術具の制御情報として利用する。

【0053】図6は表示手段の提示する情報の一例を示す。図中において、601はMRI画像、602はMRA画像、603は内視鏡映像、604は近接覚情報、605はバイタルサイン情報、606は体表の超音波スキャナ画像、607はマニピュレータ先端の超音波スキャナ画像、608、609、610は治療計画情報、611は反力情報をそれぞれ示す。

【0054】MRI画像601は周期的に撮像され逐次画像が更新される。通常は形態画像を提示するが、創部を縫合する前には組織の回復状況等を見るために機能画像の撮像を行い、提示する。MRI画像601の上には治療計画情報608が重ねて提示される。図中においては矢印の始点がマニピュレータ先端現在位置を、矢印自

身が最適進行方向を示す。MRA画像602は主に術前の画像を提示するが、創部を縫合する前にも撮像を行い、血管等の開存状況を見る。

【0055】内視鏡映像603は逐次提示される。内視鏡映像603の上にはマニピュレータセンサ情報である近接覚情報604、反力情報611などが提示される。またそれらと共に治療計画情報609が表示される。609は矢印がマニピュレータの最適進行方向を示している。使用者はこの情報を参考にしながら次の動作方向や移動距離などを考えてマニピュレータを動かす。605はバイタルサイン情報であり、血圧・脈拍・体温などの変化が逐次連続的に表示される。

【0056】606は体表の超音波スキャナの画像である。607はマニピュレータ先端に備えられた超音波スキャナ画像である。これに重ねて治療計画情報610としてマニピュレータ先端の最適進行方向が表示される。

【0057】なお先端に超音波スキャナを備えるマニピュレータは治療操作をするマニピュレータと同一でもよいし別でもよい。これについては後述する。

【0058】ここで各画像情報の位置づけを説明する。MRI画像601は患部を含めた全体的な構造を示す。超音波スキャナ画像606、607は患部臓器および治療を行うとする局所的構造を表示する。特に対象患部臓器の表面の下すなわち肉眼もしくは光学的手段では見ることのできない構造を表示できる。それに対して内視鏡映像603は治療中のある一ステップにおいて特に詳細に目視することが必要な部分を拡大表示している。

【0059】なおここで示した治療計画情報608、609、610は非常に簡単な例であり、術中において組織を操作してゆくうちに起こる、変形や移動といった状態変化の情報を取り入れて重要組織等の障害物回避問題を画像情報が更新されるたびに逐次解き直した結果を表示しているものである。

【0060】この他にも治療計画情報としては予定されている次の一操作による変形のシミュレーション画像や術前の情報のみで生成しておいた治療シナリオの変更修正点などを表示する。

【0061】次に図7を用いて画像等情報提示部402と画面制御インターフェイス403の内部構成を説明する。図中において、701は変調された電磁波もしくは音波などを受信部に向かって送出するアンテナ、702はマイクロフォンおよび発信機、703は受信機および音声認識部、704は認識結果の伝送経路、705はフットペダル、706はフットペダル入力検出部、707はフットペダル入力結果の伝送経路、708は情報提示制御部、709は画像重ね合わせ処理部、710は画像切り替え処理部、711は表示手段に対して使用者が送る各種の命令を情報として含んだ伝送経路もしくは変調された電磁波・音波などの伝送媒体、712は処理の結

10

20

30

40

50



果生成された画像・音声等情報をディスプレイに送る伝送経路を表す。

【0062】使用者130は自らの意図に応じて一意かつ随意的な身体的・生理的变化を引き起こす。これを702および705によって検出し、702に関してはその情報を伝送媒体711を通して情報提示制御部708へ送る。上記の検出された情報と使用者の要求とは一意に対応しており、使用者は声や手足の動き、脳波などで情報提示の内容やレイアウトの変更などを行うことができる。身体的・生理的变化としては例えば身体各部の筋肉の伸縮、眼球の動き、声、あるいは脳波や脳磁分布、脳内活性部位の分布などが挙げられる。図中にはマイクロフォン702による声の検出と、フットペダル705による下肢筋肉の伸縮の検出を行う例が示されている。

【0063】なお身体的・生理的变化を検出する方法の例としては他に以下のようなものが考えられる。すなわち筋肉の伸縮は操作レバーの動きなどの機構的な手段、もしくは筋電検出などの電気的手段、あるいは筋肉の運動に伴い生成される物質の濃度の検出などの化学的手段があり得る。眼球の動きであればアイトラッカーのような光学的な手段が考えられる。脳波は脳波計、脳磁分布はsquidを利用した脳磁計、脳内活性部位の分布はファンクショナルMRIでの検出が可能である。

【0064】使用例を以下に説明する。使用者130は画像情報提示の内容を変更するためにマイクロフォン702に向かって発声を行うかあるいは下肢筋肉を動かしてフットペダル705を踏む。マイクロフォンからの入力は発信機（図示せず）で変調され伝送媒体711に乗せて受信機および音声認識部703に送られる。この際の伝送媒体は導線でもよいし、電波・光・赤外線などの電磁波あるいは超音波などの空気を伝わるものでもよい。特に赤外線や超音波はMRIの磁場との干渉がなくまた手術室の壁や他の機材の散乱を利用して届くことができるため、有利である。

【0065】入力された使用者の要求は受信機および音声認識部703およびフットペダル入力検出部706において認識・解釈され、伝送経路704および707を通して情報提示制御部708に送る。

【0066】情報提示制御部708には画像処理部401において処理済みのMRI画像・超音波スキャナ画像・内視鏡映像の情報が406を介して送られてくる。また施術手段103の制御部から送られてきたマニピュレータおよびその他の治療操作主体に関する、先端位置姿勢や座標等の運動学的情報、および近接覚センサ・力覚センサ・温度センサ等によって検出された、対象点およびその近傍での環境情報が124を介して送られてくる。これに加えて、更新された最新の治療計画情報が405を介して送られてくる。これらの情報はアナログ信号の形で伝送されてもよいし、デジタル情報の形で

よい。

【0067】なお124を介して送られてくる、治療操作主体に関する情報は情報提示制御部708においてモダリティ変換が行われ、画像や音声などの形で表現される。例えばグラフやCGなど、あるいは合成音声による読み上げ、または音の音程・音色・音量・音質・和声などによって提示される。治療操作主体がマニピュレータの場合は、各関節の変位・およびそれらのn階微分に基づきマニピュレータの機構を三次元的に描画するCGが生成されたり、接触時の反力の情報が、画像では描画される図形の形状の変化やその速さ、色の種類や明度・彩度などによって、また音声であれば合成音声による読み上げ、または音の音程・音色・音量・音質・和声などによって提示される。

【0068】情報提示制御部708は以上の各情報を統合・整理し、使用者の要求に沿って内容や提示のレイアウトを定め、それを実現するための命令を画像重ね合わせ処理部709と画像切り替え処理部710に送る。709と710は708からの命令に従って画像をレイアウトし、708で生成された音声情報と併せて202へ送り、使用者への提示を図る。

【0069】ここでレイアウトの変更とは図8に示すように各表示画面への表示内容の入れ換え、治療計画情報・環境情報の表示／非表示、あるいは図9に示すように同一の画面内での表示内容の選択、表示の大きさや配置の変更等を意味する。

【0070】次に図10を用いて治療操作部503中の治療操作主体の例を説明する。図10は微細操作用マニピュレータとそれを保持する保持装置の構成例を示している。図中において、1001は保持装置、1002は微細操作用マニピュレータである。

【0071】保持装置1001は多関節のリンク機構であり微細操作用マニピュレータ1002を任意の位置姿勢で保持できる。機構部分の材料はジュラルミン、チタンなどの非磁性合金もしくは金属、あるいはエンジニアリングプラスチックやセラミック等の非金属を用いる。軸受はプラスチックもしくはセラミックの材質のものを用いる。各関節の駆動には非磁性物質のみで作られた超音波モータや水圧・空気圧などの流体圧を利用したアクチュエータを用いる。組み立ては上記の非磁性金属（チタンなど）を材料としたネジやボルト・ナット、または接着剤を用いて行う。以上の構成によりMRIの磁場の影響を避ける。微細操作用マニピュレータ1002に関しても同様の材質や駆動原理を用いる。

【0072】保持装置およびそれらに保持されるマニピュレータ等は図11に示すように天井吊りタイプ1101とベッドサイドタイプ1102がある。これらを併用することによって患部がMRIの撮像領域に入った時に保持装置によって患者の周りが混雑することを避けることができる。

【0073】次に図13を用いて微細操作用マニピュレータの一構成例を示す。図中(a)において、1301はマニピュレータ先端部、1302はメス、1303はナイフ、1304は鉗子、1305は鉗子をそれぞれ表す。メス1301は患部の切開を、ナイフは組織の剥離を、鉗子は縫合や吻合のための針の保持を、鉗子は患部の切開や切除を行うための術具である。1302～1305はマニピュレータ先端部1301に着脱可能であるものとする。

【0074】また、図中(b)において1306は注水管、1307は軟性材質のバルーン、図中(c)において1308は生理食塩水出水管、図中(d)において1309は二酸化炭素を吹き出す送気管、図中(e)において1310は内視鏡を表す。生理食塩水出水管1308は患部の洗浄を行うために用いる。送気管1309は出血により患部が見えにくくなった際に血液を周囲に吹き飛ばすために用いる。内視鏡1310は患部の詳細な映像を得るために用いる。これにはグラスファイバーを用いた曲げ可能な軟性内視鏡、ガラスの光路を持つ硬性内視鏡、先端部に電子的な受光部を有する電子内視鏡などが用いられる。注水管およびバルーンの使用方法是後述する。

【0075】これら1301、1306～1310は一本の内筒の中に多数の縦穴を開けて通されている。筒の断面は図中(f)における1311に示すようになっており、1312は(b)に示した注水管1306およびバルーン1307を通す穴、1313、1315は

(c)、(d)に示した生理食塩水出水管1308、二酸化炭素送気管1309を通す穴、1314、1316は

(a)に示すように1302～1305のいずれかを装着したマニピュレータ先端1301を通す穴、1317は(e)に示した内視鏡1310を通す穴を表す。この内筒は(f)の下部に示すようにマニピュレータ外筒1318の中に通され、外筒先端においてその外周と外筒内周の間に超音波スキャナプローブ1319が備えられている。図中では内筒と外筒が同心円状に配置されているが、プローブの形状によってこの配置は様々に異なる。すなわちプローブの形状も図22(a)中の2201のように中心に穴の開いた円筒とは限らず、たとえば

(b)中の2202のように穴の位置が端に偏っていたり、(c)中の2203のように穴がいくつも開いていたり、(d)中の2204のように穴の形状が円ではなく多角形などであったりしてもよい。また内筒の先端自体を超音波スキャナプローブにすることも考えられる。

【0076】図14は微細操作用マニピュレータの外観図を示す。図中において、1401はマニピュレータ駆動部、1402はマニピュレータ外筒、1403はマニピュレータ関節をそれぞれ表す。

【0077】対象点のマニピュレータ先端の方を向いている場合は関節1403の数は0でもよいが。治療の必

要な点が対象臓器・器官の陰になっている場合がある。その場合途中に重要組織などが存在するなどの理由から、その点に対して必ずしも直線的にアプローチ可能な治療計画が立てられないケースも少なくない。その際にはいくつかの関節を設けた構成にすることによって、先端の周り込みが可能となり、アプローチできる領域が格段に広がることになる。

【0078】なお関節を設けた場合は硬性内視鏡は用いることができないので、その場合は軟性内視鏡もしくは電子内視鏡を用いるものとする。その他の要素1301、1306～1309は可撓材料で構成または製作することが可能である。

【0079】図15はマニピュレータ関節1403の構成例を示している。図中において、1501はジョイント、1502は駆動用ワイアをそれぞれ表す。

【0080】図中において駆動用ワイアは下側のリンク(外筒)に固定されており、上側のリンクの中を通り駆動部1401まで延びている。駆動用ワイアはジョイントをはさんで逆側にもあり、各関節はこれら一対のワイアを駆動部1401内部のアクチュエータ(図示せず)によって協調的に引くことによって駆動される。

【0081】ここで治療対象となっている臓器・器官が脳や骨格などのように略静止している場合は以上に示したようなマニピュレータを駆使して治療を行えばよいが、心臓や肺など拍動や呼吸動によって対象臓器の変形や対象点の移動が起こる場合にはこれを抑制する必要がある。

【0082】以下に患部臓器・器官が柔軟で、形状や位置が変化する場合のマニピュレータの構成例を示す。ここではそのような場合の治療の例として冠動脈バイパス手術を取り上げる。

【0083】図12は冠動脈バイパス手術の際に用いる患部固定手段を示している。図中において、1201はスタビライザ、1202は吸引チューブを示す。

【0084】スタビライザ表面(患部の周囲との接触面)には穴が開いており、吸引チューブを介して空気を吸い込むことによって当該表面は陰圧となり患部周囲を吸い付ける。スタビライザは微細操作用マニピュレータの外筒に固定されている。このことにより例えば、対象点于心臓の表面のある一部分であったとすると、その周辺を囲むような形状のスタビライザを用いれば、拍動や呼吸動によって対象点の絶対位置や姿勢が変わった時にも、マニピュレータ外筒と対象点との相対位置姿勢は変化しない。従来拍動や呼吸動で対象点が動くような臓器では、縫合や吻合といった微細な作業は非常に難しく、高い位置精度・分解能を有する操作型マニピュレータを以ってしても高いスキルを必要とする作業であったが、図12の構成によってこれが非常に軽減される。また後述のように、マニピュレータ外筒の中に内視鏡が備えてあれば、対象点と内視鏡表面とは相対的に略

静止しているため、臓器自体は動いているにも関わらず対象点の明瞭な静止映像を得ることができる。

【0085】さらに図12に示したような方式で対象点静止することができ、かつ創部を最小にするためのスタビライザの構成例を図16～図19を用いて説明する。なおマニピュレータ外筒は経皮的に挿入されまた皮下において形状を変化させるための空間は確保されるものとする。

【0086】図16はマニピュレータ外筒先端に備えられた折り畳み式のスタビライザを表す。図中において、  
(a)の1601は側面図。(b)の1602は正面図、  
(c)の1603は下面図を表す。(a)、(b)、(c)の各々において、1604は吸引チューブ、1605は吸引パッド、1606は吸気流路、1607は第一の関節、1608は第二の関節、1609は第三の関節をそれぞれ表す。

【0087】吸引チューブ1604はマニピュレータ外筒の中を通り駆動部を経由してフィルタ付きのコンプレッサ（図示せず）に至る。駆動部から先ではチューブは保持装置の中を通してよいし、外に配管してもよい。チューブは可撓性かつ非磁性の材料を用いる。

【0088】第一の関節1607は側面図(a)の1601において紙面に直交する軸方向に回転する。第二の関節1608は第一の関節と直角の軸を中心に回転する。第三の関節1609は第二の関節と同一の方向の軸を中心に回転する。各関節は逆止用のラッチ機構を備え（図示せず）またある角度以上に回転しないようにストッパを備えている。内部には常に初期の形状を保つようにねじりバネが内蔵されている。ラッチ機構はワイヤ等の伝達機構によりマニピュレータ駆動部から解除することができる。ラッチが解除されている時にはねじりバネの発生するトルクにより各関節は逆方向に動き、初期の形状に戻ろうとする。

【0089】吸引パッド1605は下面図(c)の1603に示すようにいくつかの部品からなる。スタビライザの初期形状は図16に示すように折り畳まれているので、創部としてはマニピュレータ外筒の通る大きさであれば十分であり、スタビライザを備えたことによりより大きく開創しなければならなくなるということがない。

【0090】図17は図16に示した折り畳み式スタビライザが開閉する際の各関節およびパッドの動き、形状の変化を表している。図中において(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は下面図を示す。第一の関節は側面図(a)の1701中の点線から実線へのように紙面と直交する軸を中心として回転する。第二、第三の関節は正面図(b)の1702に示すようにパッドが吸引しようとする面に向かうまで回転する。パッドは下面図(c)の1703に示すように折り畳まれた状態からまっすぐな状態まで広げることができる。

【0091】図18はパッドが開いた状態の裏面を示している。図に示すように裏面は容器を伏せたような吸盤構造になっている。パッドが開き切った状態では各部品の側面にあった吸気流路が隣同士で一致し、吸引チューブから吸引が起こると矢印のように空気の吸引が起こる。ここで裏面が組織の表面と接触していれば吸着が起こり、その力によってマニピュレータ外筒と対象点が相対的に静止するように固定される。これと同時に吸引力によって各部品が吸気流路において吸い付け合い、パッドは真直な状態に保たれる。各部品の間には前記のねじりバネと同様の働きをする弾性ヒンジ1801が設けられており、外力の加わっていない状態では初期形状すなわち折り畳まれた形になるようにヒンジの曲げ角度が調整されている。

【0092】図19は折り畳み式のスタビライザを対象臓器に吸着させる際のシーケンスを示す。図中(a)に示すようにまず注水管1306がマニピュレータ駆動部において穴から出入りするようにマニピュレータ駆動部において駆動され、1901に示すように注水管とバルーン1307がマニピュレータ内筒から伸びる。

【0093】次に図中(b)の1902に示すようにバルーンに注水を行うと、バルーンは膨張する際に第二の関節1608、第三の関節1609を曲げ、パッドを押し広げる。同時にバルーンは根元でマニピュレータ外筒先端にも密着する。この時、マニピュレータ外筒先端に備えられた超音波プローブ1319と対象臓器の間は水で満たされたバルーンを介して接触している。ここでプローブを働かせて超音波による情報獲得を行う。これにより臓器内の対象点の位置をより正確に求めることができる。

【0094】上記の方法で獲得した超音波スキャナ画像に基づきマニピュレータの位置姿勢を微調整する。その後図中(c)に示すようにマニピュレータを対象臓器表面に近づけながら注水管1306を介してバルーン内の水を抜いてゆく。この時点では開きかけていたパッド1605は押し付け力によって臓器表面で開いている。ここで吸引を始めると1903に示すようにパッドの各部品が吸引力でお互いに吸い付け合いパッドが伸び切ると共に臓器表面に対して吸着固定される。

【0095】固定状態が安定したら図中(d)の1904に示すように斜めからのアプローチができるように第一の関節を回転させながらマニピュレータ外筒の姿勢を変える。この後で各種の術具を先端に結合された微細操作マニピュレータが内筒の穴から対象点に向かって伸び、微細な治療操作が行われる。

【0096】なお対象点の位置や固定範囲によっては、マニピュレータとスタビライザを別々に適用する必要がある場合もある。その場合でもなるべくスタビライザのために開く創部を極小に留めることが要求される。従来のスタビライザは柄の部分に対して対象を押えるあるい

は吸着する部分が直角に曲がった形で固定されているため、これを利用する際にはある程度大きく開創しなければならなかった。

【0097】図20は皮下で変形するスタビライザの別の例である。図中(a)において、2001は固定リンク、2002は回転部、2003は吸着部土台、2004は吸盤、2005は可動リンク、2006、2008はピンジョイント、2007は伸縮型アクチュエータ、2009は吸引用チューブをそれぞれ表す。

【0098】固定リンク2001の根元は保持装置に固定される(図示せず)。微細操作用マニピュレータを同じ保持装置に固定すれば当該マニピュレータとスタビライザの位置関係は不変になる。よってスタビライザで固定された組織はマニピュレータに対しても相対的に静止することになり、マニピュレータによる操作性が著しく向上する。

【0099】本スタビライザを用いる際には、挿入時に吸着部土台とリンクを一直線にしておき小さな幅の創部から皮下に挿入する。その後伸縮型アクチュエータ2007を伸展方向に駆動することにより、可動リンクが回転部の端を押し、図中(b)に示すように回転部と一体になっている吸着部を図中下部の点線姿勢から実線姿勢へと回転させる。これにより小さな創部から挿入できしかも対象組織(臓器・器官)を操作主体であるマニピュレータに対して確実に静止させることができる。

【0100】なお、図21は、マニピュレータ先端をMRIで検出するための方式であって、図22は、マニピュレータ先端の超音波プローブの穴形状の例を示している。これまでに示したマニピュレータを構成する各要素あるいは駆動のためのアクチュエータ、もしくは超音波スキャナプローブ等に関しては全て磁場に対して感応しない非磁性物質で構成するのは言うまでもない。構造材はジュラルミンやチタン合金などの非磁性金属、エンジニアリングプラスチック、アクチュエータは非磁性材料のみで構成され電磁的な駆動原理を用いないものたとえば超音波モータ、あるいは液圧・空気圧駆動アクチュエータなどを適用する。ワイアには靱性の高い高分子材料を用いる。術具の部分はセラミック製のものを使用する。

【0101】次に治療計画手段による、術中における治療計画の逐次修正更新について図23を用いて説明する。図中において、(a)は表示手段がある一連の手順のうち第一の状況を示している画像、(b)は第二の状況を示している画像、(c)は第三の状況を示している画像を示す。また2301は表示手段の一部である画像提示用ディスプレイ、2302は第一の開創であることを示す表示、2303は第二の開創であることを示す表示、2304は第一の開創予定方向を示す表示、2305は第二の開創予定方向を示す表示、2306は計測手段101によって得られた対象およびその近傍における

組織の画像、2307は大血管等の傷つけてはいけない重要部位、2308は第一の開創を行う際の接触位置および開創の深さを示す表示、2309は第二の開創を行う際の接触位置および開創の深さを示す表示、2310は第一の開創を行った後第二の開創予定が第一の開創予定に繰り上がることを示す表示、2311は新たに繰り上がった第一の開創予定方向を示す表示、2312は図中(a)においての第一の開創を行う前の重要部位2307のあった位置を示す表示、2313は(a)において第一の開創を行った結果生じた創部、2314は(a)において第一の開創を行った結果生じた組織の変形に伴い移動した重要部位2307の新しい位置、2315は(a)において第一の開創を行った後に得られた画像、2316は新たに得られた画像を含めて治療計画を修正更新した結果以前の計画通りでは開創予定方向が重要部位へ衝突することを知らせる表示、2317は治療計画を修正更新した結果無効になった開創予定方向を示す表示、2318は新たに計算された開創予定方向に対してそれが現時点で一番目の操作であることを示す表示、2319は新たに計算された開創予定方向、2320は開創予定方向が新たに計算され修正されたことを知らせる表示、2321は新たに計算された開創予定位置とその深さを示す表示をそれぞれ表す。

【0102】治療中のある時点において図中(a)に表示されるようにある組織に二箇所の開創を行う計画があったとする。ここでまず第一の開創予定方向2304およびその位置と深さ2308に従って開創を行う。開創の後に計測手段101によって画像を獲得し表示する。すると組織が軟らかい場合自重その他の理由により変形し、図中(b)にあるように重要部位は第一の開創前にあった位置2312から2314へ移動したことが表示される。移動先の位置は組織の変形する前の計画に基づいた第二の開創予定方向の線上にあり、このまま開創を行うと移動した重要部位を傷つけてしまうことが表示2316を以って使用者に知らされる。そこで治療計画手段104はこの情報に基づいて治療計画を修正更新し、図中(c)に示すように第二の開創予定方向および開創予定位置と深さをもとの計画2303、2309から重要部位を傷付けない位置および方向、深さの2319、2321へと移動した旨を表示2320を以って表示する。これにより状況の変化(ここでは組織の変形)に対応しつつ治療を続けることができる。ここで挙げた例は非常に単純であるが、実際は組織変形等は定量的に捉えるためには非常に大規模な演算を必要とし、また避けるべき重要部位も非常に複雑な分布となっているため、人間が咄嗟に考えた程度では容易に解を得られない。これは言わば動的に変化する障害物回避問題であり、上に挙げた開創予定方向なども高性能な計算機を駆使して数学的に求解する必要がある。

【0103】ここにおいて表示される画像は断層画像で

もよいし、複数枚の断層画像情報をもとにして再構成した立体的な画像でもよい。立体的な画像の場合は開創予定位置は線、方向および深さは面で表されることになる。

【0104】また状況によっては治療の手順自体を変更するように計画を修正更新する場合もある。たとえば血管吻合を予定していた点が開創し触診を行った結果、予想以上に石灰化しており急遽吻合点を変更するなどといったケースが考えられる。その場合に治療計画手段は治療中に撮像された画像情報を基に、次の吻合候補点を選

定し使用者に対して提示することができる。

【0105】以上の構成によって、画像計測等の術中情報獲得を行うことができるとともに、計測されたそれらの画像情報およびバイタルサイン情報の蓄積をもとに、治療の進行に応じ時々刻々変化する患者および患部の状態に即して治療計画を修正更新し、かつ、拍動・呼吸動の影響によって対象臓器・器官の変形や対象点の移動が生じるようなケースにおいても創部を極小に留めつつ治療操作を行うことができる。

【0106】すなわち、最新の情報と蓄積された情報を元に診断と治療計画生成・修正更新を治療行為の最中（術中）に逐次繰り返し行うことができるため、治療行為の進行につれて時々刻々変化する患者及び患部の状態に対してその時点で最善の計画を以て臨むことができ、治療成績が著しく向上することを特徴とする治療診断装置を実現することができる。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、よりの確な治療を行うことが可能な治療装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成図

【図2】本発明の一実施形態

【図3】計測手段101の内部構成

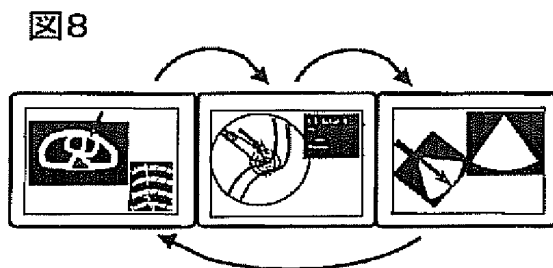
【図4】表示手段102の内部構成

【図5】施術手段103の内部構成

【図6】表示手段の提示する情報の一例

【図7】画像等情報提示部402と画面制御インターフ

【図8】



ェイス403の内部構成

【図8】レイアウトの変更の説明図1

【図9】レイアウトの変更の説明図2

【図10】微細操作用マニピュレータとそれを保持する保持装置の構成例

【図11】設置場所の異なる保持装置のタイプ

【図12】冠動脈バイパス手術の際に用いる患部固定手段

【図13】微細操作用マニピュレータの構成例

【図14】微細操作用マニピュレータの外観

【図15】マニピュレータ関節1403の構成例

【図16】マニピュレータ外筒先端に折り畳み式のスタビライザを備えた例

【図17】各関節およびパッドの動き、形状の変化の説明図

【図18】パッドが開いた状態の裏面を示す図

【図19】折り畳み式のスタビライザを対象臓器に吸着させる際のシーケンス

【図20】皮下で変形するスタビライザの別の例

【図21】マニピュレータ先端をMRIで検出するための方式

【図22】マニピュレータ先端の超音波プローブの穴形状の例

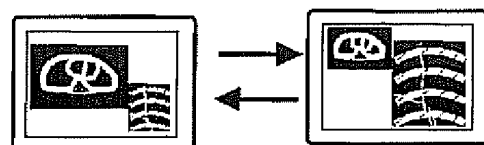
【図23】治療計画手段により術中における治療計画の逐次修正更新が必要な例

【符号の説明】

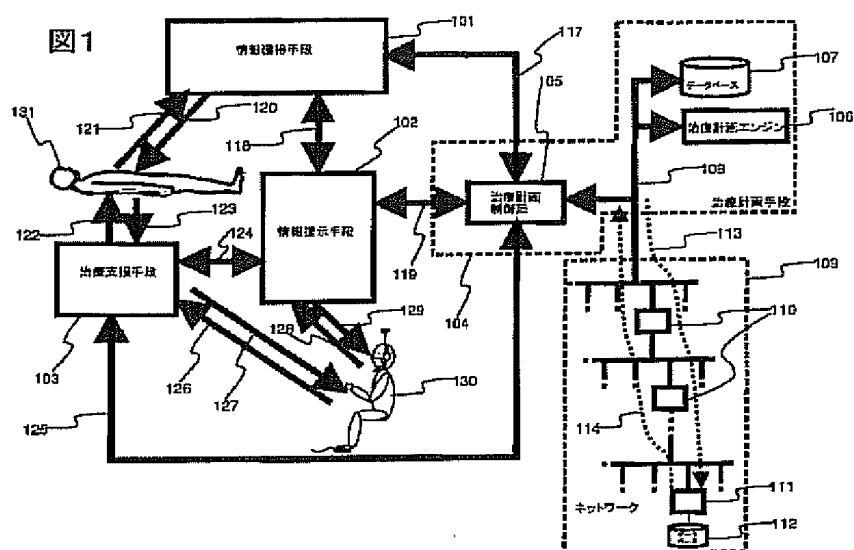
101…計測手段、102…表示手段、103…施術手段、104…治療計画手段、105…治療計画手段中の治療計画制御部、106…治療計画手段中の治療計画演算手段、107…治療計画手段中のデータベース、108…治療計画手段中の命令および算体の伝送経路、117…治療計画制御部と計測手段の間の命令および算体の伝送経路、118…計測手段と表示手段との間のデータの伝送経路、119…表示手段と治療計画制御部との間の命令およびデータの伝送経路、120…計測手段が患者および患部の状態を示す情報を獲得するために伝導または放射する電磁波・光・超音波・放射線等のエネルギー。

【図9】

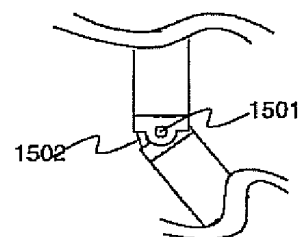
図9



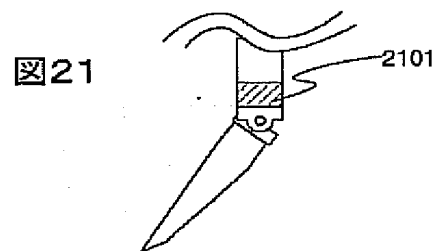
【圖 1】



【圖 15】



【图 2-1】



【図 2】

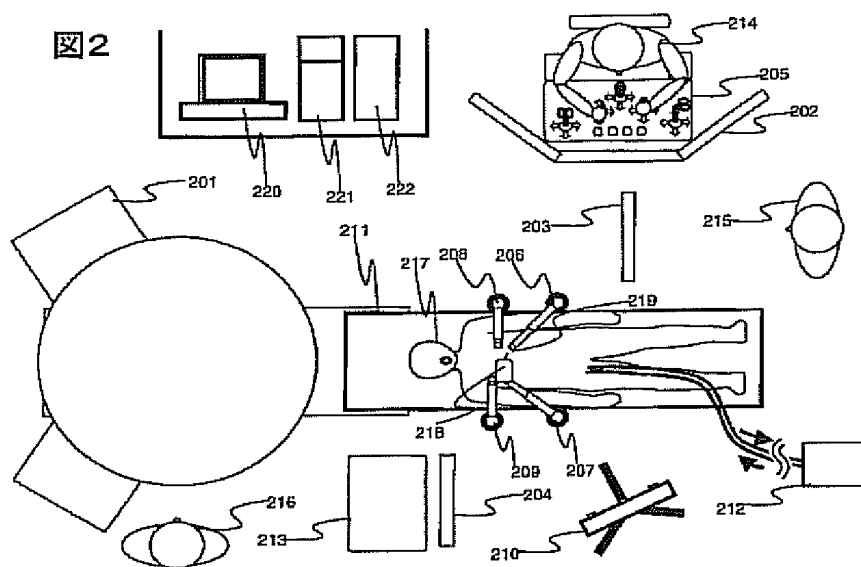
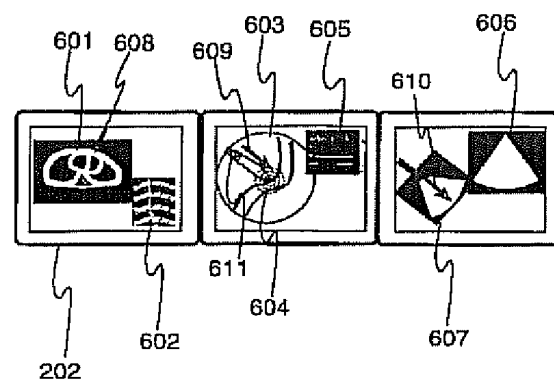


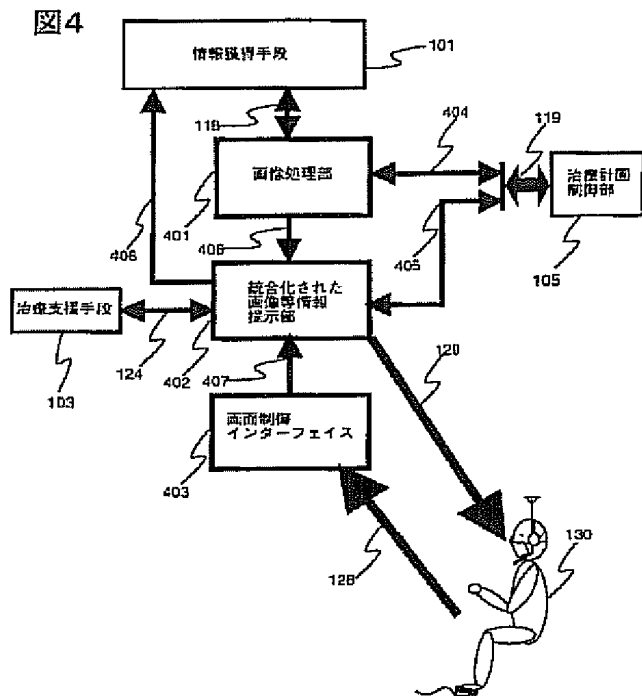
图 3



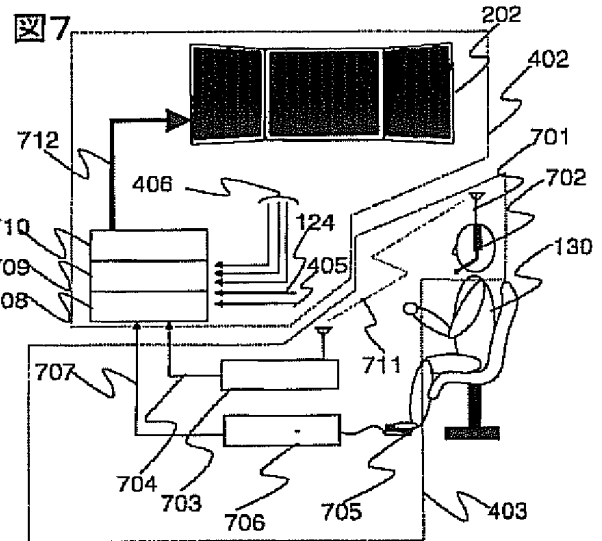
图6



【図4】

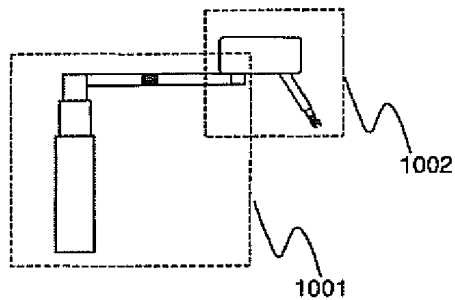


【図7】



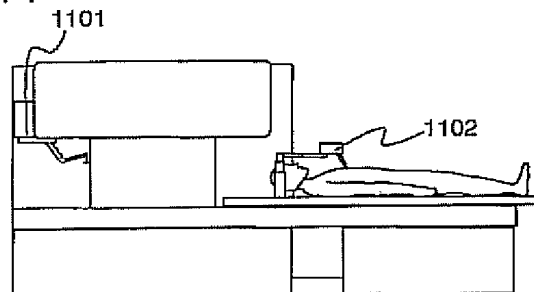
【図10】

図10



【図11】

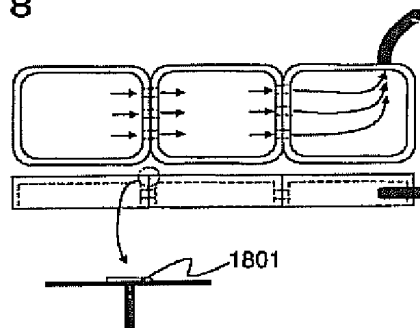
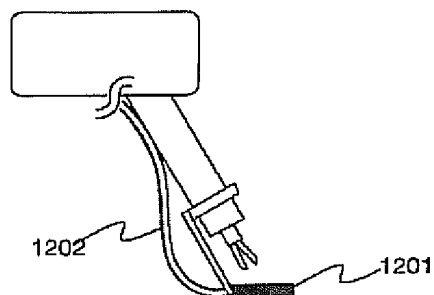
図11



【図18】

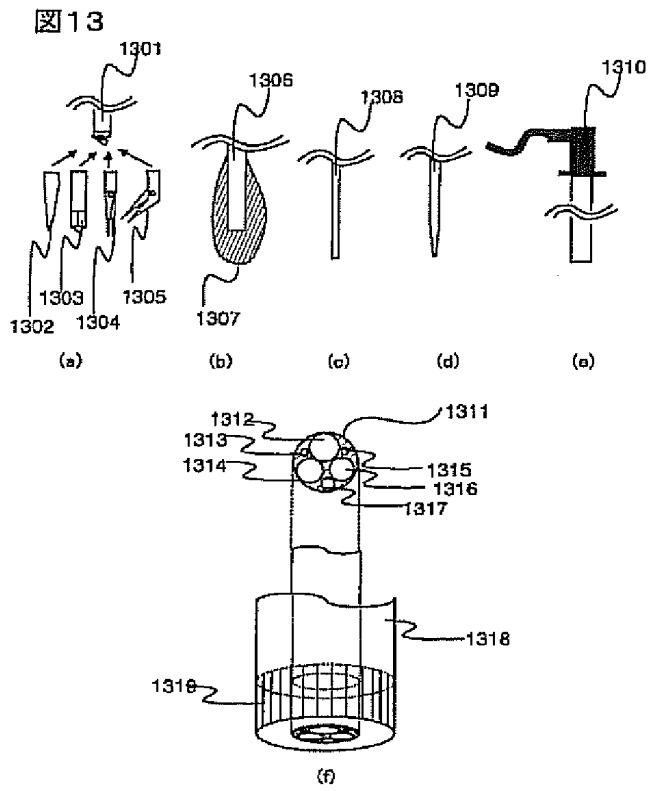
図18

図12

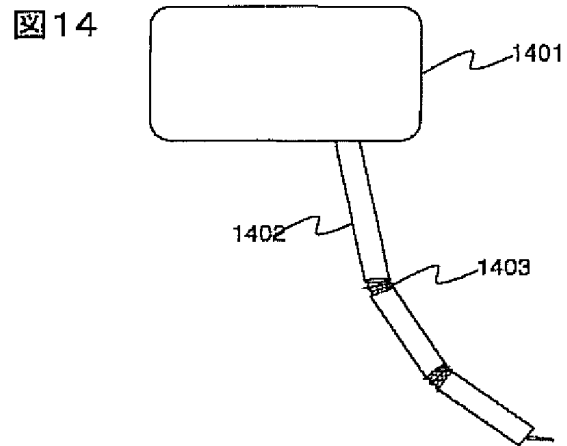




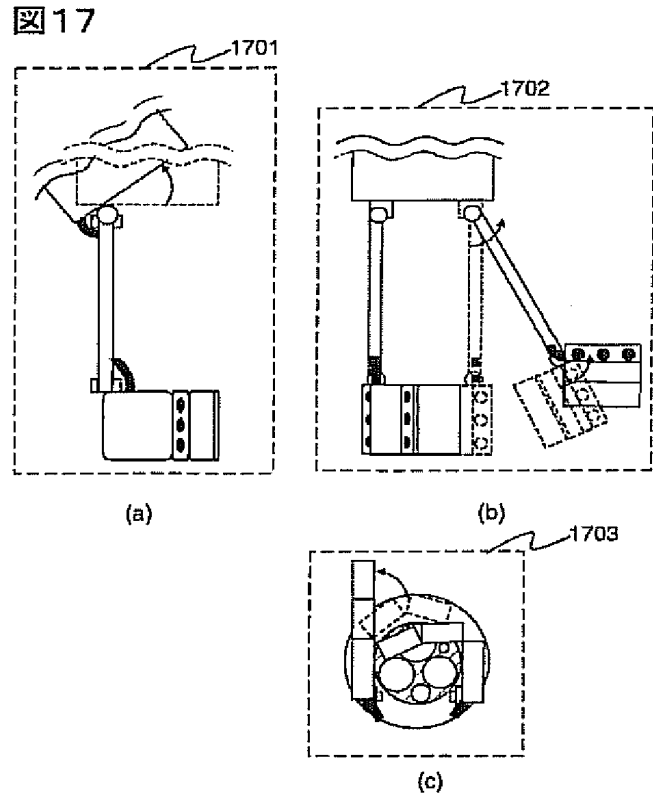
【図13】



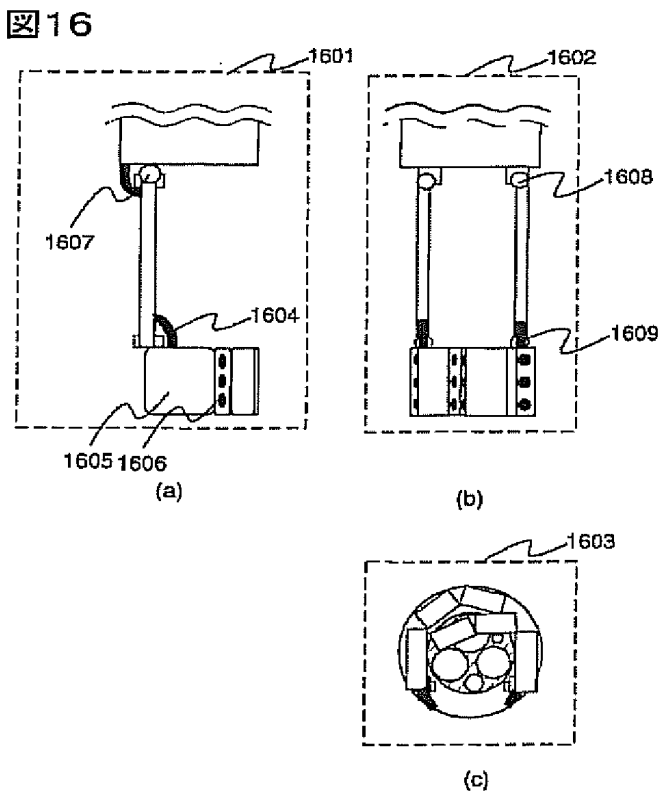
【図14】



【図17】

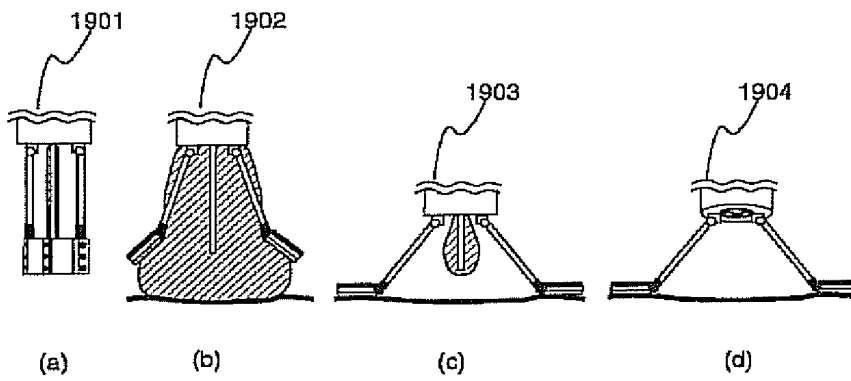


【図16】



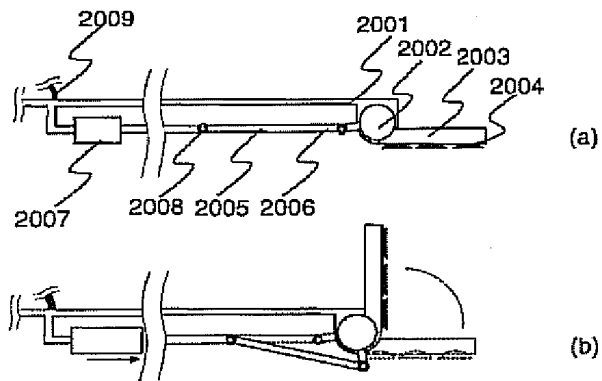
【図19】

図19



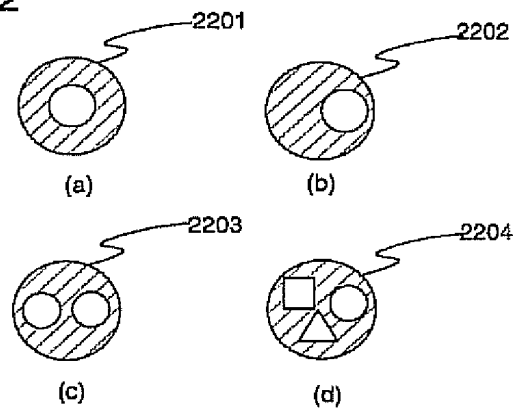
【図20】

図20

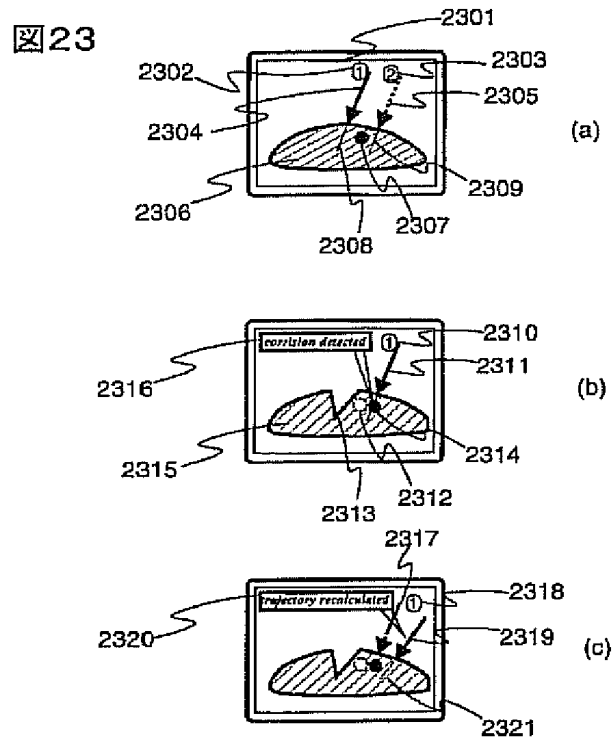


【図22】

図22



【図23】



フロントページの続き

(72) 発明者 竹内 裕之  
東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地  
株式会社日立製作所医療システム推進本部  
内  
(72) 発明者 山本 悦治  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 佐野 耕一  
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株  
式会社日立製作所システム開発研究所内  
(72) 発明者 菅 和俊  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 4C096 AA18 AB36 AB44 AD03 AD14  
AD15 AD19 AD23 DA30 DC36  
DD20 EA10 FC20  
4C301 CC01 EE12 EE13 FF26 JC13  
KK16 KK31